

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 1 9 9 8 年 7 月 2 2 日

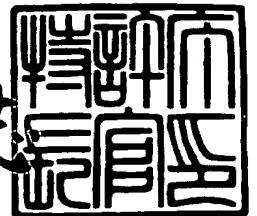
出 願 番 号
Application Number: 平成 1 0 年 特 許 願 第 2 0 7 0 0 4 号

出 願 人
Applicant (s): セイコーエプソン株式会社

1 9 9 8 年 1 2 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平 1 0 - 3 1 0 2 3 7 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 70188

【提出日】 平成10年 7月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 島田 勝人

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 酒井 真理

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代表者】 安川 英昭

【代理人】

【識別番号】 100101236

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 浩之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042309

【納付金額】 21,000円



【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9806571

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が画成された流路形成基板の一方面に、少なくとも下電極と、該下電極上に形成された圧電体層と、該圧電体層上に形成された上電極とを備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、

前記圧電体層及び前記上電極が前記圧力発生室に対応する領域内に形成され、前記下電極は圧縮応力を有し且つ前記圧電体層の少なくとも幅方向両側の厚さ方向の少なくとも一部が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記下電極が金属材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記金属材料が、白金、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、レニウム、ロジウム及びパラジウム、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 において、前記下電極が、導電性酸化物からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記導電性酸化物が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデン、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 において、前記下電極が前記導電性窒化物からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 6 において、前記導電性窒化物が、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウム、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 請求項 1～7 の何れかにおいて、前記下電極と前記流路形成基板との間には、弾性膜が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記弾性膜が、酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 請求項 8 又は 9 において、前記圧電体層の幅方向両側の前記下電極が完全に除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 11】 請求項 1～10 の何れかにおいて、前記圧電体層は、ソルゲル法あるいはスパッタリング法で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 12】 請求項 1～11 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、前記圧電体層及び前記上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 13】 請求項 1～12 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板の表面に圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸



方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】

これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した薄膜技術およびリソグラフィ法による製造方法では、薄膜のパターニング後に圧力発生室を形成するが、その際、上電極及び圧電体層の内部応力緩和の影響により、振動板が圧力発生室側に撓んでしまい、この撓み

が振動板の初期変形として残留してしまうという問題がある。特に、下電極をオーバーエッチングした構造の場合には、撓み量が大きく、圧電アクチュエータの駆動による振動板の変形量が計算上の値よりも小さくなってしまう。これは、上電極及び圧電体層（及び下電極）の引張方向の内部応力緩和の影響で振動板が撓むことにより、弾性領域を越えて塑性変形領域に達しているためであると考えられる。

【0008】

なお、振動板としては、酸化シリコン膜の他、剛性の高いものとして酸化ジルコニウム膜を含むものが提案されているが、何れにしても同様な初期変形が生じる。

【0009】

本発明はこのような事情に鑑み、振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が画成された流路形成基板の一方面に、少なくとも下電極と、該下電極上に形成された圧電体層と、該圧電体層上に形成された上電極とを備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電体層及び前記上電極が前記圧力発生室に対応する領域内に形成され、前記下電極は圧縮応力を有し且つ前記圧電体層の少なくとも幅方向両側の厚さ方向の少なくとも一部が除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0011】

かかる第1の態様では、圧力発生室を形成する際、腕部の下電極を構成する膜の応力が開放される力によって、圧電体層が幅方向外側に引っ張られて圧電特性が向上する。

【0012】

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記下電極が金属材料からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】

かかる第2の態様では、下電極を金属材料で形成することにより、圧縮応力となり、圧電特性を向上することができる。

【0014】

本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記金属材料が、白金、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、レニウム、ロジウム及びパラジウム、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】

かかる第3の態様では、下電極を特定の金属材料で形成することにより、圧縮応力となる。

【0016】

本発明の第4の態様は、第1の態様において、前記下電極が、導電性酸化物からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】

かかる第4の態様では、下電極を導電性酸化膜で形成することにより、圧縮応力となり、圧電特性を向上することができる。

【0018】

本発明の第5の態様は、第4の態様において、前記導電性酸化物が、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデン、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【0019】

かかる第5の態様では、下電極を特定の導電性酸化物で形成することにより、圧縮応力となる。

【0020】

本発明の第6の態様は、第1の態様において、前記下電極が前記導電性窒化物

からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】

かかる第6の態様では、下電極を導電性窒化物で形成することにより、圧縮応力とし、圧電特性を向上することができる。

【0022】

本発明の第7の態様は、第6の態様において、前記導電性窒化物が、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウム、並びにこれらの化合物からなる群から選択されることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】

かかる第7の態様では、下電極を特定の導電性窒化物で形成することにより、圧縮応力となる。

【0024】

本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記下電極と前記流路形成基板との間には、弾性膜が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】

かかる第8の態様では、下電極及び上電極に電圧を印加して、圧電体層を変形させることにより弾性膜が変形し、インクが吐出される。

【0026】

本発明の第9の態様は、第8の態様において、前記弾性膜が、酸化ジルコニウムからなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】

かかる第9の態様では、弾性膜を酸化ジルコニウムで形成することにより、振動板の強度が保持される。

【0028】

本発明の第10の態様は、第8又は9の態様において、前記圧電体層の幅方向両側の前記下電極が完全に除去されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】

かかる第10の態様では、下電極の圧縮応力が厚さ方向で全て開放され、振動板の初期撓み量を低減することができる。

【0030】

本発明の第11の態様は、第1～10の何れかの態様において、前記圧電体層は、ゾルーゲル法あるいはスパッタリング法で形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】

かかる第11の態様では、圧電体層を容易に形成することができる。

【0032】

本発明の第12の態様は、第1～11の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記下電極、前記圧電体層及び前記上電極の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】

かかる第12の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0034】

本発明の第13の態様は、第1～12の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0035】

かかる第13の態様では、ヘッドのインク吐出性能を向上したインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0037】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜

視図であり、図 2 は、平面図及びその 1 つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0038】

図示するように、流路形成基板 10 は、本実施形態では面方位 (110) のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板 10 としては、通常、150~300 μm 程度の厚さのものが用いられ、望ましくは 180~280 μm 程度、より望ましくは 220 μm 程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0039】

流路形成基板 10 の一方の面は開口面となり、他方の面には、例えば、ジルコニウムの膜を形成後、熱酸化することにより形成した圧縮応力を有する酸化ジルコニウムからなる、厚さ 0.2~3.0 μm の弾性膜 50 が形成されている。

【0040】

一方、流路形成基板 10 の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口 11、圧力発生室 12 が形成されている。

【0041】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板を KOH 等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて (110) 面に垂直な第 1 の (111) 面と、この第 1 の (111) 面と約 70 度の角度をなし且つ上記 (110) 面と約 35 度の角度をなす第 2 の (111) 面とが出現し、(110) 面のエッチングレートと比較して (111) 面のエッチングレートが約 1/180 であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第 1 の (111) 面と斜めの二つの第 2 の (111) 面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室 12 を高密度に配列することができる。

【0042】

本実施形態では、各圧力発生室 12 の長辺を第 1 の (111) 面で、短辺を第 2 の (111) 面で形成している。この圧力発生室 12 は、流路形成基板 10 をほぼ貫通して弾性膜 50 に達するまでエッチングすることにより形成されている

。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0043】

一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0044】

ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十 μm の溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0045】

また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0046】

封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1～1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5～4.5 $[\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$ であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3(a)，(b)に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一つのスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0047】

共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0048】

インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0049】

一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.2 μ mの下電極膜60と、厚さが例えば、約1 μ mの圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 μ mの上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はな

い。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子 300 と当該圧電素子 300 の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜 50 及び下電極膜 60 が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0050】

ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板 10 上に、圧電体膜 70 等を形成するプロセスを図 4 を参照しながら説明する。

【0051】

図 4 (a) に示すように、まず、流路形成基板 10 となるシリコン単結晶基板の一方面にジルコニウム層をスパッタリングで形成後、約 1150℃ の拡散炉で酸素中で熱酸化処理して、単斜晶系の酸化ジルコニウムからなる弾性膜 50 を形成した。

【0052】

次に、図 4 (b) に示すように、スパッタリングで圧縮応力を有する下電極膜 60 を形成する。下電極膜 60 の材料としては、圧縮応力を有する膜となる材料、例えば、金属、導電性酸化物又は導電性窒化物であることが好ましく、具体的に、金属としては、例えば、白金、イリジウム、ルテニウム、オスミウム、レニウム、ロジウム及びパラジウム、並びにこれらの化合物等が挙げられ、導電性酸化物としては、例えば、酸化ルテニウム、酸化インジウム錫、酸化カドミウムインジウム、酸化錫、酸化マンガン、酸化レニウム、酸化イリジウム、酸化ストロンチウムルテニウム、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム及び酸化モリブデン、並びにこれらの化合物等が挙げられ、また、導電性窒化物としては、窒化ニオブ、窒化ジルコニウム、窒化タングステン、窒化ハフニウム、窒化モリブデン、窒化タンタル、窒化クロム及び窒化バナジウム、並びにこれらの化合物等が挙げられる。

【0053】

なお、後述のように、一般に圧電体膜 70 は、スパッタリング法やゾルーゲル法で成膜されるため、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で 600～100

0℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要がある。そのため、下電極膜 60 の材料として白金及びイリジウム等の金属を用いた場合、このような高温、酸化雰囲気下では、引張り応力となってしまう。このような場合には、圧電体膜 70 をゾルゲル法又はスパッタリング法等により P Z T の前駆体膜を形成後、アルカリ水溶液中での高圧処理法にて低温で結晶成長させる方法を用いてもよい。

【0054】

次に、図 4 (c) に示すように、圧電体膜 70 を成膜する。この圧電体膜 70 の成膜にはスパッタリング法を用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜 70 を得る、いわゆるゾルゲル法を用いている。圧電体膜 70 の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) 系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0055】

次に、図 4 (d) に示すように、上電極膜 80 を成膜する。上電極膜 80 は、導電性の高い材料であればよく、例えば、A l、A u、N i、P t 等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、P t をスパッタリング法により成膜している。

【0056】

次に、図 5 に示すように、下電極膜 60、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 をパターンニングする。

【0057】

まず、図 5 (a) に示すように、下電極膜 60、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 を一緒にエッチングして下電極膜 60 の全体パターンをパターンニングする。次いで、図 5 (b) に示すように、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 をエッチングして圧電体駆動部 320 のパターンニングを行う。次いで、図 5 (c) に示すように、圧力発生室 12 に対向し、圧電体駆動部 320 の幅方向両側のいわゆる振動板の腕部の下電極膜 60 をエッチングにより除去して下電極膜除去部 350 を形成する。この弾性膜 50 のオーバーエッチングの深さは、膜全体の応力バランスから考慮して形成すればよく、例えば、本実施形態では、 $0.1\mu\text{m}$ とした。

【0058】

本実施形態では、その後、圧力発生室 12 をエッチングにより形成するが、このときの圧電体能動部 320 が受ける応力の状態を以下に説明する。なお、図 6 は、圧力発生室 12 をエッチングにより形成前後の各層が受ける応力の状態を模式的に示した図である。

【0059】

図 6 (a) に示すように、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 は、流路形成基板 10 から引張応力 σ_1 , σ_2 を受けており、下電極膜 60 は、圧縮応力 σ_3 を受けている。そのため、図 6 (b) に示すように、圧電体能動部 320 をパターンニングすると、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 は、それぞれ引張応力 σ_1 , σ_2 の一部が開放され、下電極膜 60 は、圧縮応力 σ_3 の一部が開放される。次に、図 6 (c) に示すように、圧電体能動部 320 の下方に圧力発生室 12 を形成すると、流路形成基板 10 から受ける圧電体膜 70 及び上電極膜 80 の引張り応力 σ_1 , σ_2 が開放されて圧縮方向の力となり、一方、下電極膜 60 の下電極膜除去部 350 が形成されている部分の圧縮応力 σ_3 が開放されて引張り方向の力となる。したがって、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 の応力 σ_1 , σ_2 が開放される力と下電極膜 60 の圧縮応力 σ_3 が開放される力とがつり合っている場合には、振動板のたわみはほとんど発生しない。

【0060】

なお、図 7 (a) に示すように、圧力発生室 12 形成前に、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 が流路形成基板 10 からそれぞれ引張応力 σ_1 , σ_2 を受けているのと同様に、下電極膜 60 が引張り応力 σ_4 を受けている場合には、圧力発生室 12 を形成すると、図 7 (b) に示すように、圧電体膜 70 及び上電極膜 80 の引張応力 σ_1 , σ_2 は開放されて収縮しようとする力となり、さらに、下電極膜 60 の引張り応力 σ_4 も開放されて収縮しようとする力となる。結果的に、弾性膜 50 はさらに下に凸に変形され、これが初期変形として残留することになる。

【0061】

このように、本実施形態では、下電極膜 60 を圧縮応力を有する材料で形成して、下電極膜 60 の一部をオーバーエッチングして下電極膜除去部 350 を設け

た。これにより、圧電体能動部 320 をパターニング及び圧力発生室 12 形成後に、各圧電体能動部 320 の幅方向両側に設けられた下電極膜除去部 350 で圧縮応力が開放されることにより、弾性膜 50 が引張方向の応力を受ける。したがって、圧電体層 70 及び上電極膜 80 の圧縮方向の応力が相殺され、圧力発生室 12 形成による弾性膜 50 の変形を低減または無くすることができる。また、下電極膜 60 に下電極膜除去部 350 を設けることにより、圧電体膜 70 の変形も防止できるため、圧電体膜 70 の圧力発生室 12 形成前の圧電特性を維持することができる。したがって、ヘッドの変位効率を向上することができる。

【0062】

上述の説明では、圧電体能動部 320 をパターニングした後、圧力発生室 12 を形成するようにしたが、実際には、図 2 に示すように、各上電極膜 80 の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜 70 および下電極膜 60 の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層 90 を形成し、さらに、絶縁体層 90 の各圧電体能動部 320 の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部にはリード電極 100 と接続するために上電極膜 80 の一部を露出させるコンタクトホール 90a を形成し、このコンタクトホール 90a を介して各上電極膜 80 に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びるリード電極 100 を形成してもよい。ここで、リード電極 100 は、駆動信号を上電極膜 80 に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成するのが好ましい。なお、本実施形態では、コンタクトホール 90a は、圧力発生室 12 に対向する領域に設けられているが、圧電体能動部 320 の圧電体膜 70 及び上電極膜 80 を圧力発生室 12 の長手方向一端部から周壁に対向する領域まで延設し、圧力発生室 12 の周壁に対向する位置にコンタクトホール 90a を設けてもよい。

【0063】

また、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図 1 に示すような一つのチップサイズの流路形成基板 10 毎に分割する。また、分割した流路形成基板 10 を、封止板 20、共通インク室形成基板 30、及びインク室側板 40 と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0064】

このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0065】

ここで、本実施形態の圧電アクチュエータの駆動時の振動板に加わる力と弾性変形量との関係を図8(a)に示す。図示のように、本実施形態では、初期段階で、振動板に変形がないので、駆動時に発生する力Fに対する変形Tが弾性変形領域で生じることになる。一方、図8(b)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80の応力により、初期に加わった力fによって初期変形tが生じている場合には、駆動時に力Fが加わると、塑性変形領域に入ってしまうので、対応する変形Tは得られずに変形T'が生じることになり、(T-T')が変形の損失となる。

【0066】

(実施形態2)

図9は、実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【0067】

本実施形態では、図9に示すように、下電極膜60を厚さ方向に完全に除去することにより、下電極除去部350を形成するようにした。また、下電極膜除去部350に対応する部分の下電極膜60が完全に除去され、振動板の厚さが薄くなるため、弾性膜50と下電極膜60との間に、例えば、酸化ジルコニウム等からなる第2の弾性膜51を設け、弾性膜50の強度を保持するようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0068】

このような実施形態2の構成によっても、実施形態1と同様の効果が得られる

。また、第2の弾性膜51を設けているため、弾性膜50の強度が保持され、耐久性の低下が防止される。

【0069】

なお、本実施形態では、弾性膜50上に第2の弾性膜51を設けるようにしたが、これに限定されず、例えば、弾性膜を設けずに、流路形成基板10上に直接酸化ジルコニウム等からなる第2の弾性膜を設けるようにしてもよい。

【0070】

(他の実施形態)

以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0071】

例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0072】

また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板10の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0073】

このように構成した実施形態の分解斜視図を図10、その流路の断面を図11にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電素子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0074】

なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40に開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0075】

ここで、この実施形態においても、上述した実施形態と同様に、下電極膜を圧

縮応力を有する材料で形成し、その一部に下電極膜除去部を設けることにより、振動板の初期撓み量を低減することができる。

【0076】

また、勿論、共通インク室を流路形成基板内に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【0077】

また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【0078】

また、圧電素子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けずに、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0079】

このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0080】

また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図12は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0081】

図12に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3

は、装置本体 4 に取り付けられたキャリッジ軸 5 に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0082】

そして、駆動モータ 6 の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト 7 を介してキャリッジ 3 に伝達されることで、記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 はキャリッジ軸 5 に沿って移動される。一方、装置本体 4 にはキャリッジ軸 5 に沿ってプラテン 8 が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート S がプラテン 8 に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0083】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、下電極膜を圧縮応力を有する材料で形成し、振動板の腕部に対応する部分の下電極膜の少なくとも一部を除去するようにしたので、下電極膜の圧縮応力の一部が開放され、圧電体能動部及び圧力発生室をパターンニングしても、振動板の撓みを低減することができる。また、振動板の撓みがほとんど発生しない場合には、圧電体膜の圧力発生室形成前の圧電特性を維持、実質的に向上することができ、ヘッドの変位効率を向上することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】

本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図 1 の平面図及び断面図である。

【図 3】

図 1 の封止板の変形例を示す図である。

【図 4】

本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 5】

本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 6】

本実施形態の圧電体能動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図 7】

従来の圧電体能動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図 8】

圧電アクチュエータの駆動時に、振動板に加わる力と弾性変形量との関係を示すグラフである。

【図 9】

本発明の実施形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの要部断面図である。

【図 10】

本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図である。

【図 11】

本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図 12】

本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

【符号の説明】

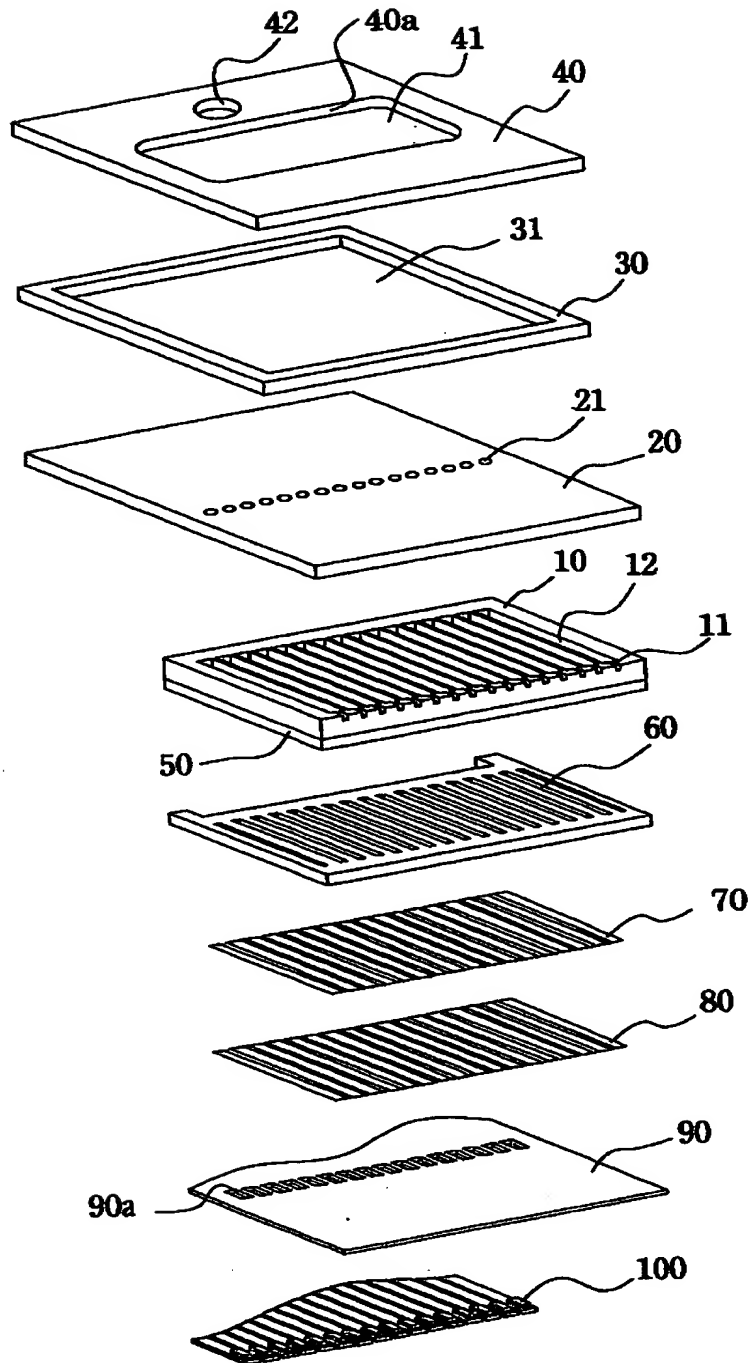
- 10 流路形成基板
- 12 圧力発生室
- 50 弾性膜
- 51 第 2 の弾性膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 90 絶縁体層

- 100 リード電極
- 300 圧電素子
- 320 圧電体能動部
- 350 下電極膜除去部

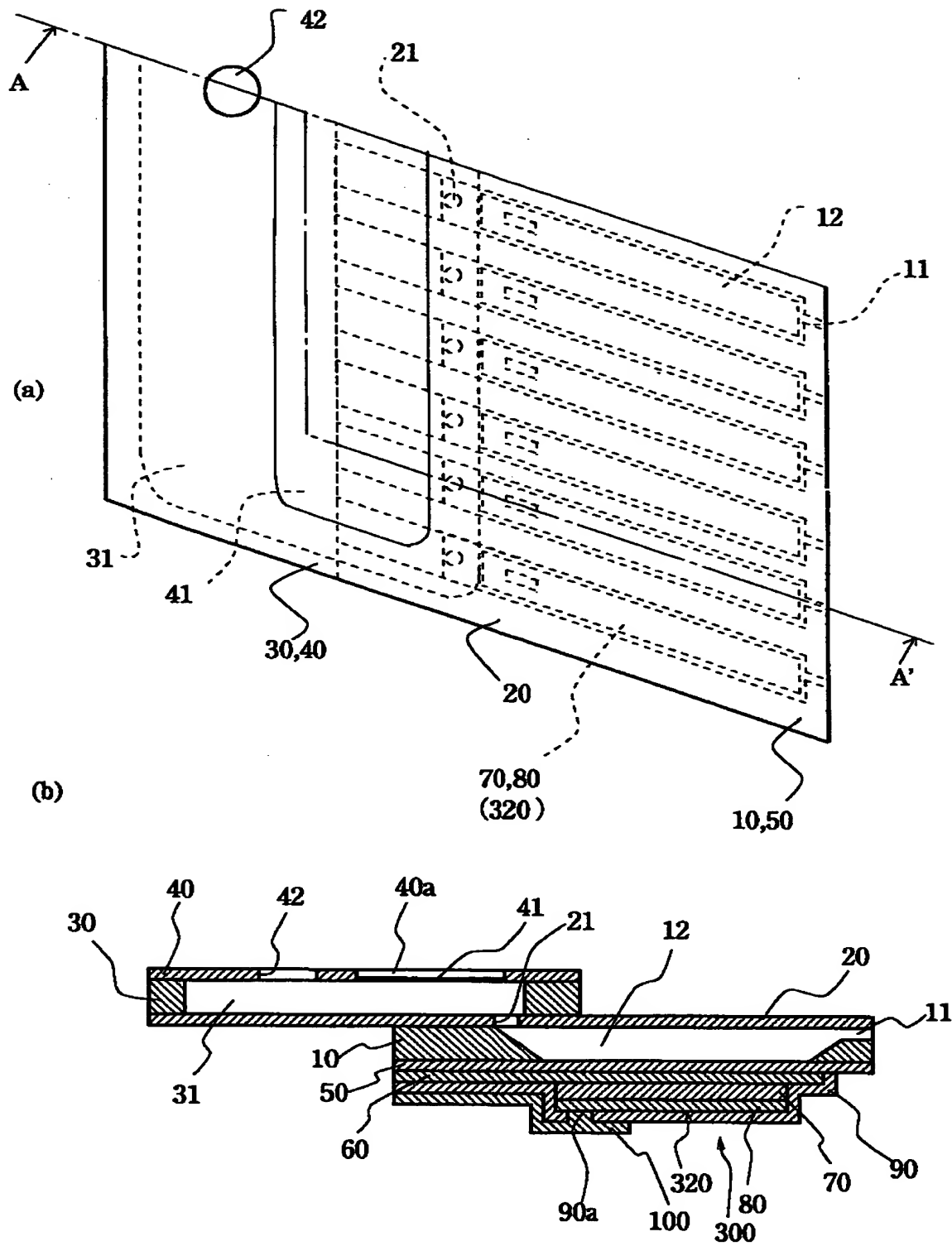
【書類名】

図面

【図 1】

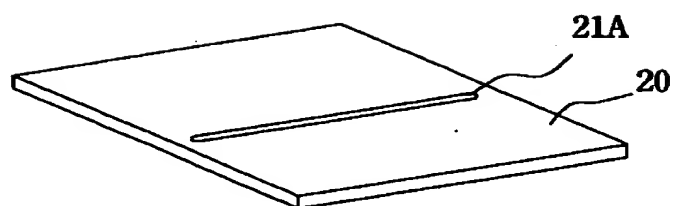


【図 2】

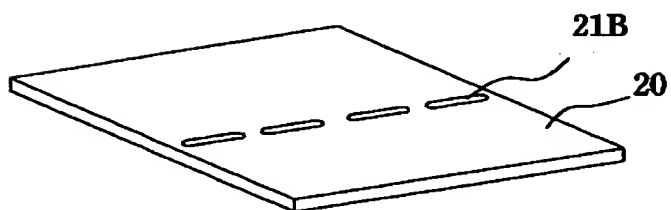


【図 3】

(a)

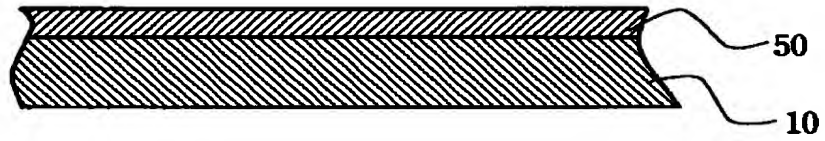


(b)

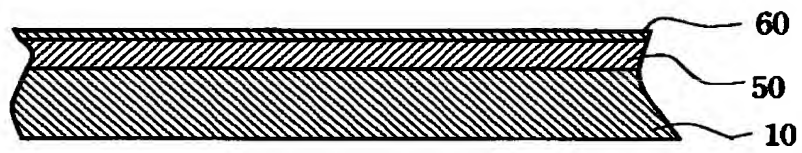


【図 4】

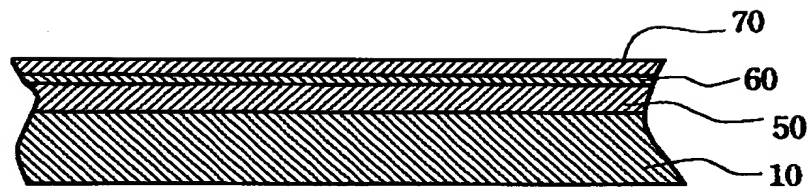
(a)



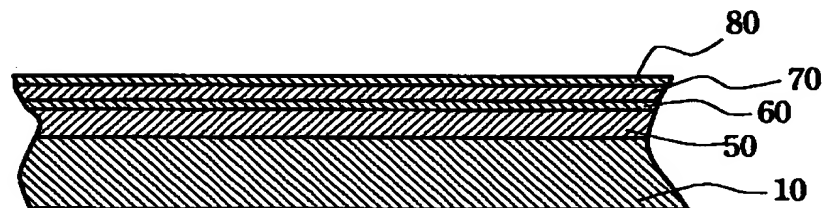
(b)



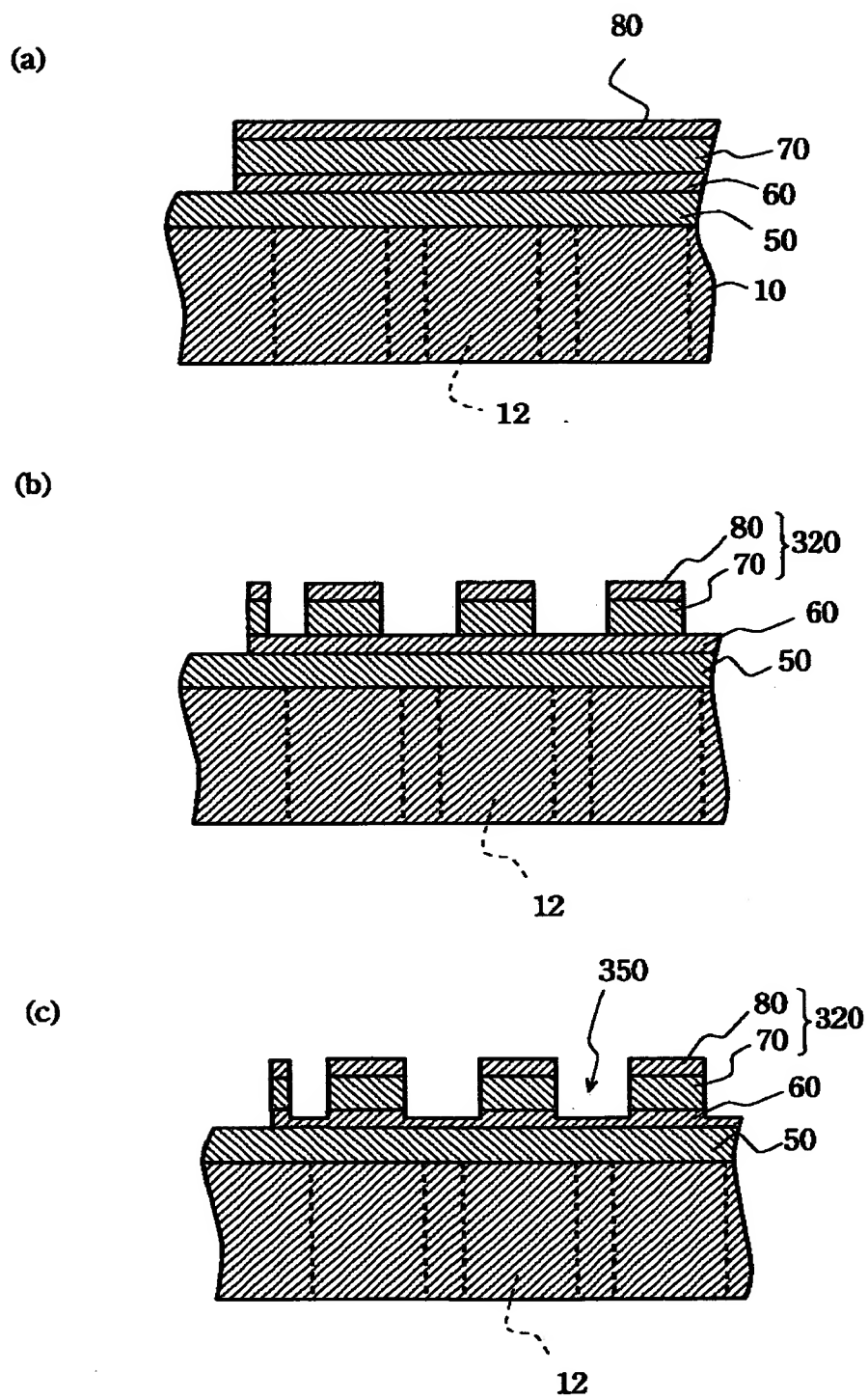
(c)



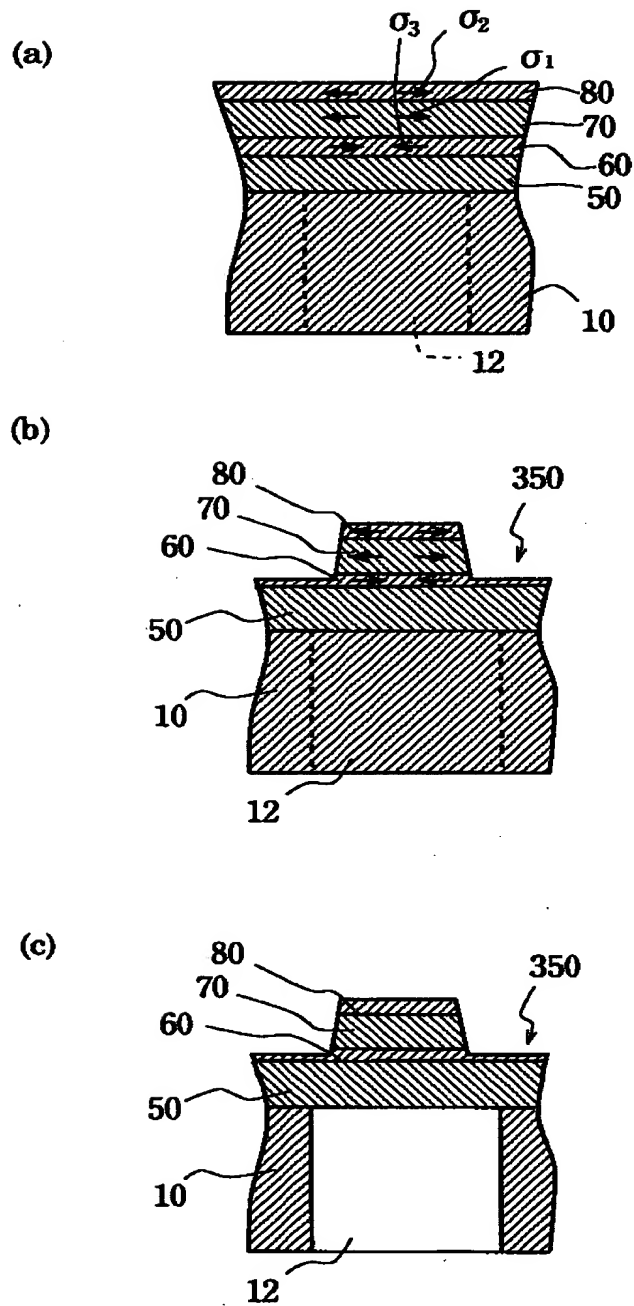
(d)



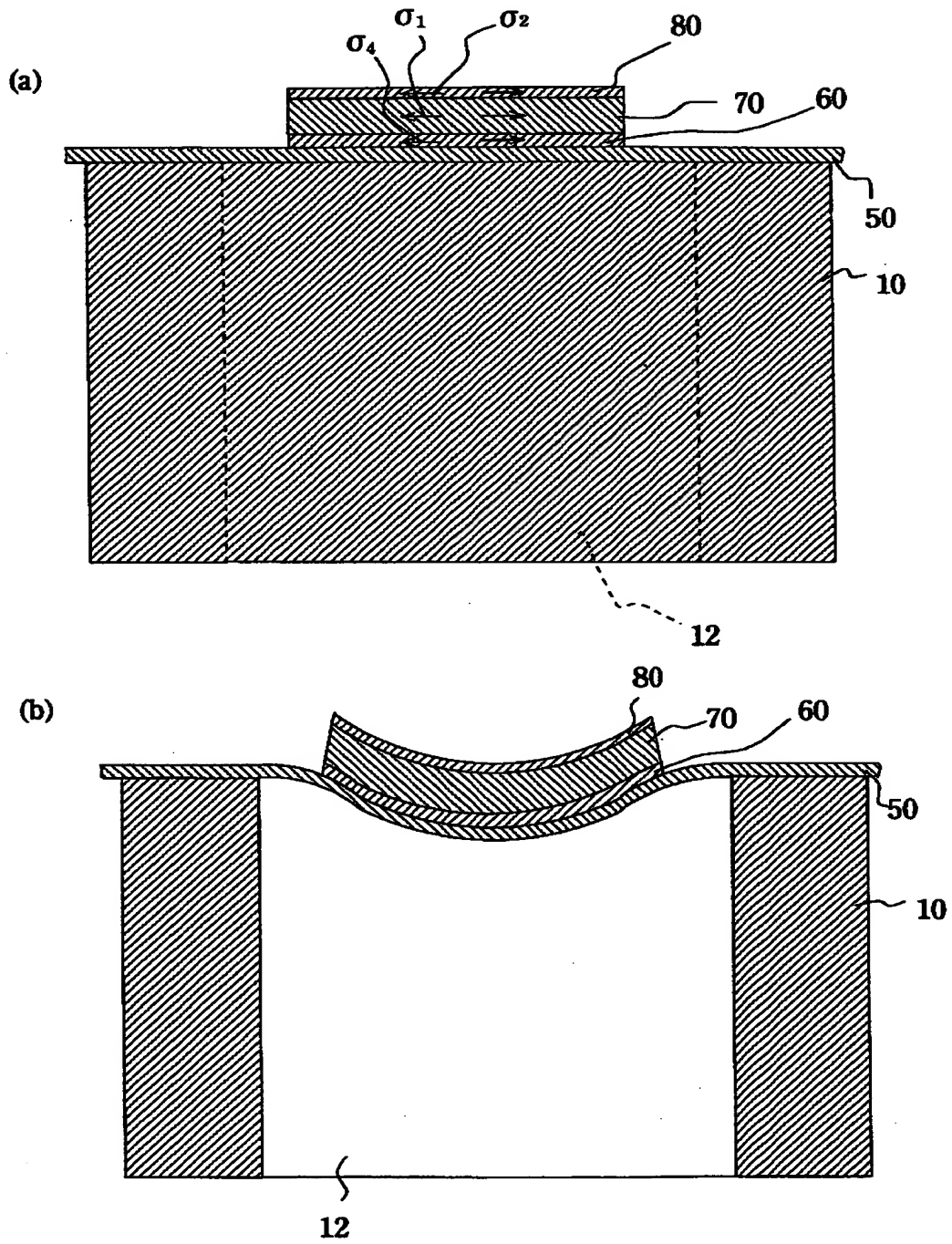
【図 5】



【図 6】

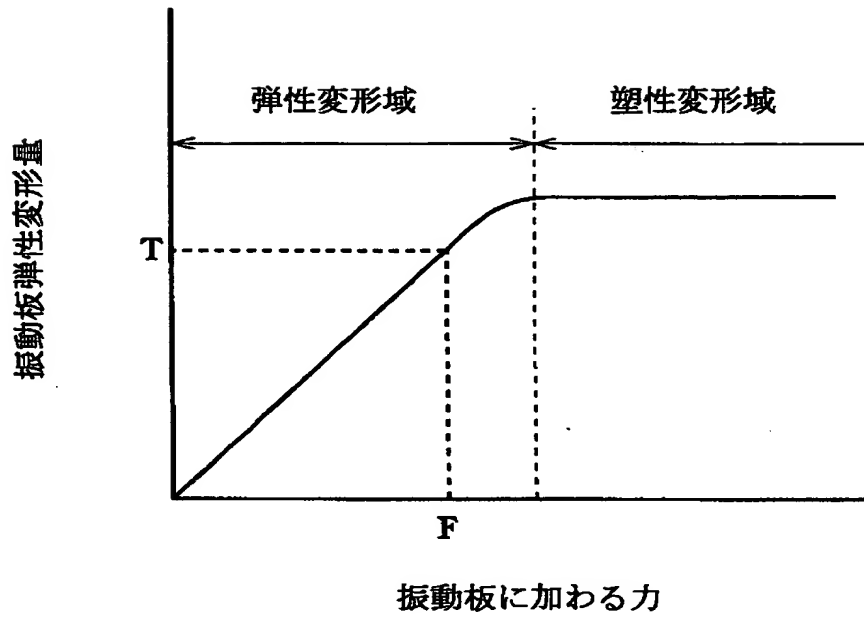


【図 7】

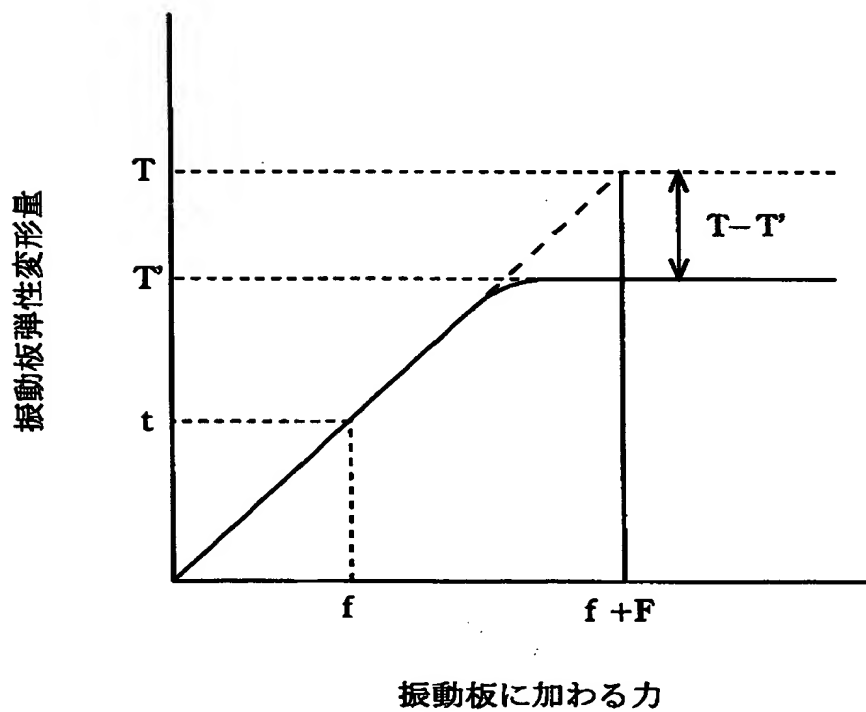


【図 8】

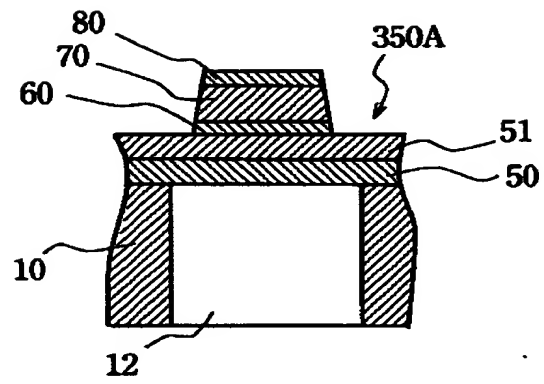
(a)



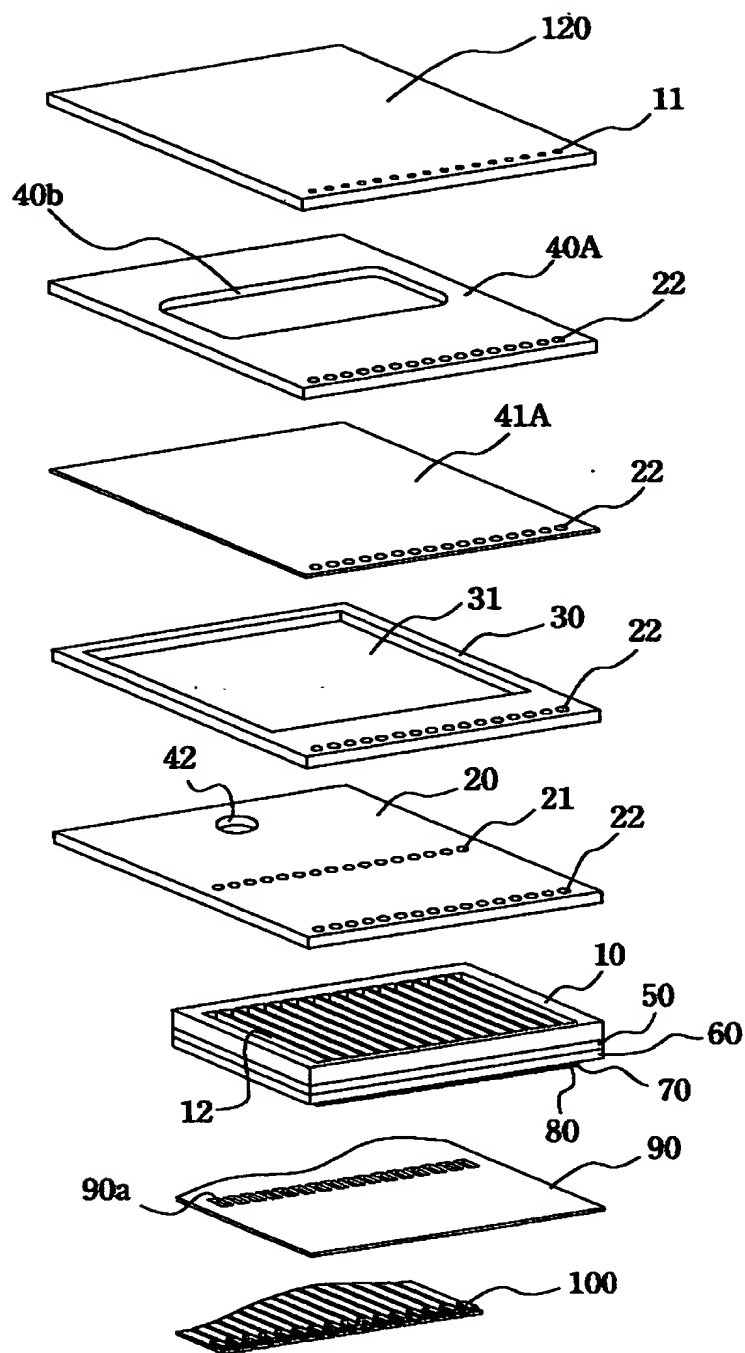
(b)



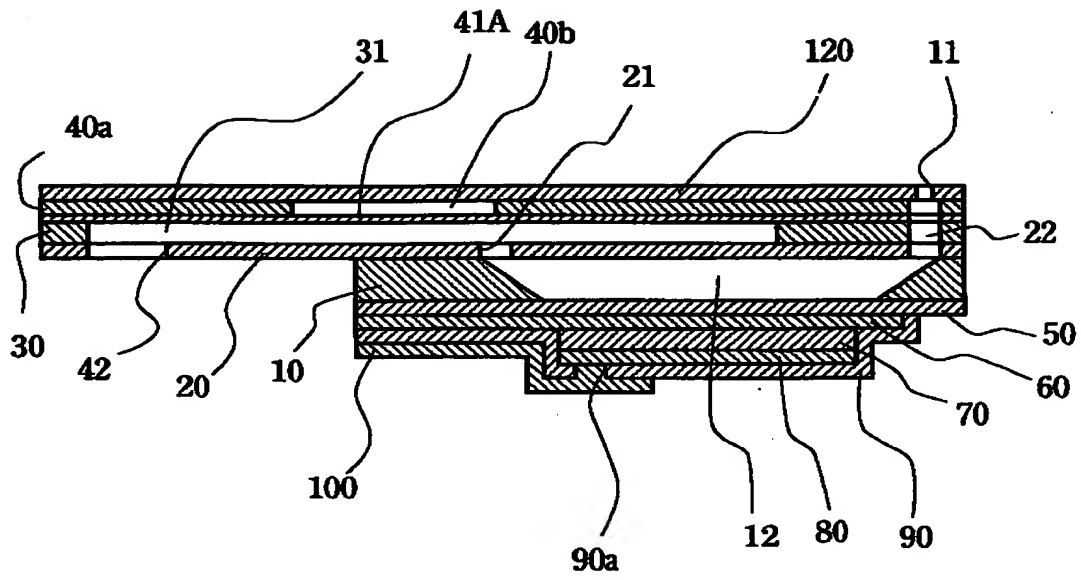
【図9】



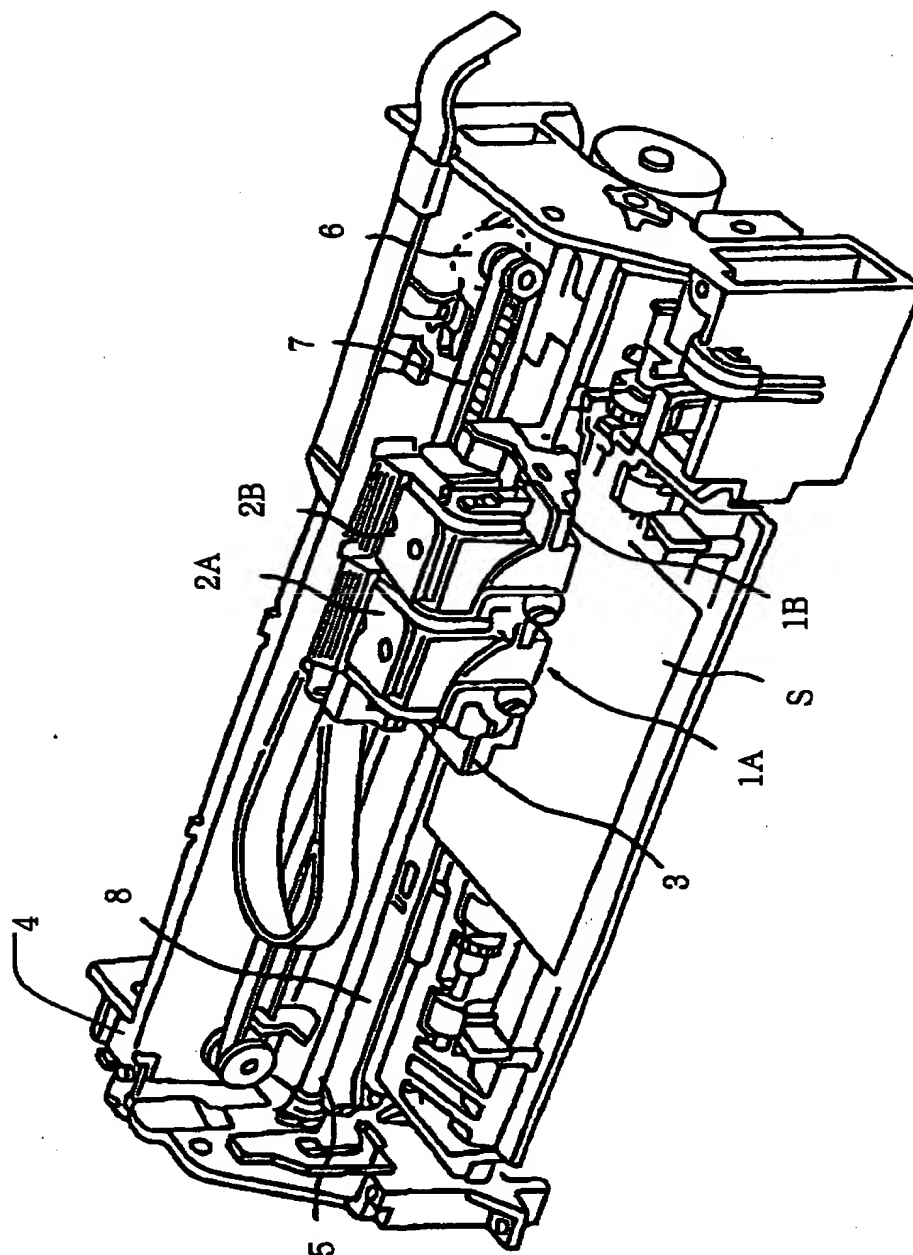
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動板の初期撓み量を低減したインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室 12 が画成された流路形成基板 10 の一方面に、少なくとも下電極 60 と、該下電極 60 上に形成された圧電体層 70 と、該圧電体層 70 上に形成された上電極 80 とを備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電体層 70 及び前記上電極 80 が前記圧力発生室 12 に対応する領域内に形成され、前記下電極 60 が圧縮応力を有し且つ前記圧電体層の少なくとも幅方向両側の厚さ方向の少なくとも一部を除去することにより、振動板の初期撓み量を低減する。

【選択図】 図 6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100101236

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿 1 丁目 5 番 2 号 こうげつビル
5 階 栗原国際特許事務所

【氏名又は名称】 栗原 浩之

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社